ÜBER VERLETZUNGEN DURCH LUFTDRUCKSCHWANKUNGEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

WELCHE

ZUR ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN UND CHIRURGIE

MIT ZUSTIMMUNG

DER MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

AM 22. JANUAR 1895

NEBST DEN ANGEFÜGTEN THESEN

ÖFFENTLICH VERTEIDIGEN WIRD

DER VERFASSER

Wilhelm von Drygalski

aus Dresden.

OPPONENTEN:

Herr Dd. med. Blüher

„ cand. med. Hintze

„ cand. med. Steinbrück.

BERLIN

C. VOGTS BUCHDRUCKEREI (E. EBERING).

Linkstrasse 16.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535707_0076

Gewidmet

seinen lieben Eltern

und

Frau Major von Drygalski,
geb. Dobberstein.

So ungemein schmiegsam und nachgiebig das uns umgebende Medium, die Luft, auch erscheinen mag, ist man doch früh darauf gekommen, demselben die Fähigkeit zu allerlei Verletzungen des menschlichen Körpers zuzuschreiben. Und gerade bei der zunächst ins Auge springenden Unwahrscheinlichkeit solcher Möglichkeiten kam es, wie wir später sehen werden, zu ganz mystischen Annahmen, welche den „Luftverletzungen" ein ungerechtfertigt grosses Gebiet einräumten. Wenn überhaupt die Luft als verletzendes Agens wirkt, kann sie es natürlich nur durch Druck, und so kommen alle derartigen Affektionen als durch Schwankungen des Luftdrucks erzeugte heraus. Wie verhängnisvoll diese Schwankungen sein können, weiss jeder Chirurg; eine saugende Bewegung bei einer eröffneten grösseren Vene — und die gefürchtete Luftembolie hat meist den plötzlichen Erstickungstod zur Folge. Bekannt sind ferner die Luftembolieen vom Uterus der Kreissenden aus, ferner das Hautemphysem bei Verletzung der Pleura, das Emphysem bei Anwendung der Luftdouche im Nasenrachenraum nach vorangegangener Verletzung; auch sei der Vollständigkeit halber eine Anzahl von Fällen erwähnt, in denen bei Pneumonie einige Infundibula platzten und der durch Druck- und Saugwirkung längs des peribronchialen Bindegewebes getriebenen Luft Gelegenheit gegeben wurde, emphysematöse Auftreibungen an Jugulum, Hals und Brust zu bewirken. Ein derartiger Fall wurde z. B. von Heubner in der Kinderklinik der Charité beobachtet.

Dem Einfluss des Luftdruckes auf die Konstitution des Blutes sind endlich wohl die meisten jener Erscheinungen zuzuschreiben, welche an Insassen hochsteigender Luftballons regelmässig beobachtet wurden. Neben einer Reihe nervöser Erscheinungen, als Flimmern vor den Augen, Zittern, Hallucinationen, Schwindel, der sich bis zur Ohnmacht steigern kann, treten Atemnot und Neigung zu Kollaps auf. Die beobachteten Todesfälle sind wohl meist durch Erstickung verursacht, bei dem Mangel an pathologisch-anatomischen Untersuchungen sind andere Möglichkeiten zwar nicht auszuschliessen — wie z. B. Apoplexie —, jedenfalls aber auch nicht nachzuweisen und zur Erklärung der Todesursache wohl auch nicht nötig. Bei allen unglücklich verlaufenen Fahrten wurde wahrscheinlich die Höhe von 8800 m überschritten und, wie wir gleich sehen werden, dabei dem Blut die Möglichkeit genommen, sich noch genügend mit Sauerstoff zu sättigen. Wo dies durch Atmen von Sauerstoff doch geschieht, können auch grössere Höhen erreicht werden, wie u. a. das Beispiel Tissantiers lehrt, der auf solche Weise 1875 gerettet wurde, während seine beiden Genossen erlagen; wahrscheinlich war hier eine Höhe von 9000 m erreicht worden. Die schon durch derartige Vorkommnisse erwiesene Wirkung des Luftdrucks auf Funktionen und Leben haben Fränkel und Geppert experimentell nachgewiesen und in dem Buch „Ueber die Wirkungen der verdünnten Luft auf den Organismus“ veröffentlicht. Ueber den Einfluss, den der Druck der Atmosphäre auf die Fähigkeit des Blutes hat, sich mit Sauerstoff zu sättigen, also zu atmen und die Lebensfunktionen zu unterhalten, fanden sie folgendes: Bereits bei Sinken des Druckes auf $^1/_2$ Atmosphäre, was einer Höhe von 5500 m entspricht, treten Symptome von Sauerstoffmangel im Blut auf, welche aber wahrscheinlich durch Verstärkung der respiratorischen Thätigkeit noch ausgeglichen werden können. Bei einem Druck von $^1/_3$ Atmosphäre ist das Leben noch nicht gefährdet. Thatsächlich ist dies auch der höchsten bei Ballonfahrten ohne Unfall erreichten Höhe von 8800 m entsprechend. Der Tod tritt sicher ein bei Erniedrigung des Drucks über $^1/_4$ Atmosphäre; seine normale Sättigungsfähigkeit andrerseits behält das Blut noch bis zu einem

Druck von 41 cm Quecksilber. Die Erscheinungen, welche auch schon bei Aufenthalt in geringerer Höhe sich einstellen, erklären die genannten Untersucher deshalb nicht aus dem Einfluss des geringeren Luftdruckes auf das Blut, sondern mit Dufour aus plötzlicher körperlicher Ueberanstrengung der Muskeln und des Herzens, aus übergrossem Verbrauch von Arbeitsmaterial.

Wir wollen uns aber bezüglich der deletären Wirkungen, welche der veränderte Luftdruck mittelbar auf den Organismus ausüben kann, auf obige kurze Erwähnungen beschränken. Näher sollen dagegen die eigentlich traumatischen Affektionen, welche die Luft zu erzeugen vermag, beleuchtet werden. Zunächst wollen wir uns einer Gruppe innerlicher Verletzungen zuwenden, welche dem Schwanken des Atmosphärendruckes zugeschrieben werden.

Statistische Arbeiten über das Vorkommen von Apoplexieen haben schon mehrfach nach ausserhalb des Organismus liegenden Gründen für diese Erscheinungen gesucht. Denn es bleibt doch häufig rätselhaft, warum in manchen Fällen ohne wesentliche organische Veränderungen apoplektische Anfälle eintreten, in anderen wieder dieselben ausbleiben trotz ganz evidenter, dazu praedisponierender Erkrankung des Cirkulationsapparates.

In den Jahren 1877 bis 79 machte ein Oberamtsarzt Dr. Bürger Beobachtungen von Apoplexieen, von denen 78 unter genauer Feststellung der speciellen pathologischen und der barometrischen Verhältnisse geschehen konnten. In der That fiel dabei auf, dass zahlenmässig gewisse Beziehungen zwischen der Beschaffenheit des Atmosphärendruckes und der Häufigkeit des Schlaganfalles bestehen. Diese stellt er folgendermassen in seiner Veröffentlichung „Ueber das Verhältnis der Schlaganfälle zu Luftdruck und Windrichtung“ fest: Von den genau beachteten Apoplexieen entfallen 69 % auf fallenden, 23 % auf steigenden und nur 8 % auf gleichmässigen Barometerdruck. Bei schwankendem Luftdruck sieht man demnach unverhältnismässig viel häufiger apoplektische Anfälle als bei gleichem; auch scheint Druckverminderung stärker als Vermehrung desselben zu wirken. Denselben Zusammenhang stellte statistisch Sormani 71 in seinem Werk „Ueber Gehirnapoplexie“ fest. Auch er nimmt als unverkennbar einen

merkwürdigen Einfluss des atmosphärischen Druckes oder vielmehr seiner Schwankungen auf die Häufigkeit der Apoplexieen an. Er fasst seine Schlüsse dahin zusammen, dass die geringste Sterblichkeit den Monaten mit geringster Höhe und Veränderung des Barometerstandes entspreche, demnach ein Maximum im December, ein Minimum lethaler Ausgänge im Juli existiere; dass ausserdem die Kurve der Sterblichkeit engere Beziehung zeige zu der Kurve der barometrischen Veränderungen als zu derjenigen des absoluten Barometerstandes. Auch Sormani kommt also zu der Annahme, dass nicht der hohe Druck an sich, sondern die Schnelligkeit und Grösse der Schwankung zur Häufigkeit der Apoplexieen in einem direkten Verhältnisse stehe.

Viel auffallender traten derartige Erscheinungen bei Gelegenheiten zu Tage, welche einen raschen Druckwechsel bedingten und lediglich diesen Grund für das häufige Auftreten mehr oder weniger folgenschwerer Apoplexieen dabei darboten. Diese Gelegenheiten waren gegeben bei technischen Arbeiten, die in komprimierter Luft ausgeführt werden, in Taucherglocken, Caissons bei Brückenbauten, und dergl. Verschiedentlich haben schon früher Autoren über solche Vorkommnisse berichtet, und Leyden hat sie in seiner „Klinik der Rückenmarkskrankheiten“ zusammenfassend behandelt. Bei solchen Beschäftigungen werden nach längerem Aufenthalt in einer Luft von ca. 2—3 Atmosphären und plötzlichem Heraustreten in die freie Luft eine ganze Reihe von Zufällen beobachtet, besonders apoplektischen, welche in ihrer Schwere Schwankungen von einfachem Schwindel, Ohnmacht, Schlaganfällen mit vorübergehenden oder bleibenden Lähmungen bis zu solchen mit lethalem Ausgang zeigen. Schon Watelle und Guérard teilen solche Fälle — bei Erfolglosigkeit der Sektionen — mit. Weiter berichten ausführlich die Engländer Babington und Cuthbert 1863 über ein solches Ereignis: Bei einem Brückenpfeilerbau wurden eiserne Hohlcylinder mit komprimierter Luft gefüllt und etwa 40 Fuss tief unter das Flussbett versenkt. In diesen befanden sich die Arbeiter, welche unter dem bedeutend gesteigerten Druck Schmerz in den Ohren verspürten, der bald nachliess. Dann stellten sich Kopfschmerzen ein, Glieder-

schmerzen, bisweilen Nasenbluten und Gefühle von Schwere und Unbehagen. Geschah der Uebergang aus einem Druck in den anderen rasch, so nahmen die Beschwerden noch wesentlich zu, und am heftigsten entwickelten sich die Störungen, wenn die Insassen der pneumatischen Kammern zu schnell an die gewöhnliche Luft kamen. Es kamen dabei höchst gefährliche Zufälle vor, der Betreffende war plötzlich wie vom Schlage gerührt und bewusstlos. Dann zeigten sich verschiedene Symptome von Hemiplegie mit Facialislähmung, und unter den Zeichen des Hirndruckes, unregelmässiger Respiration, Koma trat der Tod ein. In zwei Fällen ferner trat Paraplegie ein, an der nach längerer Dauer die Patienten ebenfalls zu Grunde gingen. Ausserdem sah man zwei Fälle von mässiger Paraparese, bei denen die Symptome in Unfähigkeit zu gehen, Schmerz und Taubheit, sowie Kältegefühl in den Füssen bestanden; diese beiden Fälle gelangten übrigens zur Heilung. Sektionen der übrigen lethal verlaufenen wurden nicht gemacht. Ganz ähnliche Beobachtungen wurden im selben Jahr von Limousin gemacht. Bei der gleichen Gelegenheit trat plötzlich eine Lähmung der unteren Extremitäten ein, bei Erhöhung der Reflexerregbarkeit und Sensibilität. Sehr allmählich erfolgte die Herstellung. Erwähnt seien auch noch zwei Fälle, die Howard von Reusselaer bei Gelegenheit von Arbeiten unter einer Luftglocke feststellte. In dem einen trat eine plötzliche Lähmung beider Beine ein, mit Beteiligung von Blase und Mastdarm. Nach einer Woche begannen die Störungen zurückzugehen, noch nach einem Jahre bestanden spastische Lähmungen. Lethal verlief dagegen der zweite Fall. Nach plötzlicher Lähmung beider Beine sowie der Sphinkteren trat der Tod ein, und die Sektion ergab im Dorsalmark in einer Ausdehnung von zwei Zoll eine diffuse Erkrankung der weissen Substanz mit besonderer Beteiligung des Hinter- und Seitenstrangs; nach oben und unten zeigten sich die gewöhnlichen auf- und absteigenden Degenerationen.

Aehnliche Erscheinungen beobachtet man auch bei Tauchern, wenn sie einem schnellen Uebergang aus der komprimierten Luft der tiefhängenden Taucherglocke oder ihres Anzuges in die atmosphärische Luft ausgesetzt werden.

Ohrenärzte bemerken regelmässig Injektion und auch Haemorrhagie des Trommelfells bei denselben.

Wiederholt ergaben Sektionen von lethal verlaufenen Fällen, wie die obigen, negative Resultate. Aber schon Babington und Cuthbert trafen trotzdem mit der Annahme von Rupturen kleinerer oder grösserer Gefässe mit Bluterguss in die Substanz oder den Kanal des Rückenmarks das Richtige, während verschiedene andere, wie Leudet, Jaccoud, diese Vorkommnisse den Rückenmarkskongestionen zuzählten. Den Nachweis für die Richtigkeit der ersten Annahme führte zuerst F. Hoppe, sowie für den Grund solcher Blutungen. In einem Aufsatz „Ueber den Einfluss, welchen der Wechsel des Luftdrucks auf das Blut ausübt" zeigte er, dass infolge rascher Verminderung des äusseren Luftdrucks, der auch auf der Blutmasse im Körper lastet, ein Teil der im Blut kondensierten Gase frei wird. So kommen also durch das Herz Luftblasen in die Lunge, wirken als Emboli, stören an verschiedenen Orten die Cirkulation und führen zu Ruptur von Gefässen und zu Blutungen. Wie wenn Luft durch die grossen Venen angesaugt wird, verursachen auch sie durch Herzparalyse einen raschen Exitus, wenn sie sich sehr reichlich entwickeln. Geschieht die Entwickelung allmählicher, so werden die Luftblasen in die kleineren Arterien geschleudert und geben durch Hemmung der Cirkulation dort Ursache zu Blutaustritten.

Eine experimentelle Bestätigung erfuhren diese Angaben weiterhin durch den Franzosen Bert 1871 und 72. Bert fand bei seinen Untersuchungen, dass die Versuchstiere ziemlich schadlos eine langsame Verminderung des Druckes aushielten, so lange bis der Sauerstoff der Luft nicht mehr zu ihrer Atmung genügte. Eine Reihe von Störungen, besonders der Cirkulation, traten indess auf, sowie die Luftverdünnung einigermassen schnell geschah; an diesen gingen die Tiere dann leicht ein, und man fand Blutungen an verschiedenen Stellen.

So konstatierte der genannte Untersucher auch im Hirn lokalisierte Blutungs- und Erweichungsheerde. Rosenthal wies direkt die Luftverdünnung als Grund solcher Blutungen nach (1872). Er setzte ein Meerschweinchen unter den Recipienten der Luftpumpe und sah bei schneller

Luftverdünnung plötzlich Zwangsbewegungen wie den Reitbahngang mit Wenden des Kopfes nach rechts. Dementsprechend fand er bei der Sektion im rechten Hirnschenkel zwei kleine Blutextravasate.

Diesen Befunden analog verhält es sich beim Menschen. Bei dem Mangel einer Autopsie könnte man den genaueren Sitz der durch die Luftdruckschwankung bedingten Blutung natürlich nur durch genaue Beobachtung des Verlaufs und der Symptome annähernd feststellen. Ihren Hauptsitz haben vermutlich aber diese Haemorrhagieen — den aufgetretenen schweren Lähmungserscheinungen nach — in der Substanz des Rückenmarks. Die Zahl derartiger beobachteter Fälle ist übrigens eine ziemlich geringe.

Eine sehr feine Reaktion und Verletzbarkeit gegen Druck zeigt naturgemäss das Ohr, und hier kommen die gewöhnlichen perkutanen Traumen, durch Luftdruck veranlasst, denen wir unsere Aufmerksamkeit speciell zuwenden wollen, sehr häufig vor. So sieht man zuweilen bei Anwendung der Luftdouche mit Catheterismus tubae durch zu starke Druckerhöhung in der Paukenhöhle Trommelfellruptur neben diversen nervösen Erscheinungen. Es darf dabei also nur bei sehr undurchgängiger tuba stärkerer Druck angewendet werden, bei leicht wegsamer schwächerer. Mit Vorsicht ist die Luftdouche immer anzuwenden, denn neben der Gefahr einer Ruptur des entzündlich veränderten Trommelfells kann sie durch Verschleppung und Weiterschleudern infektiösen Materials für noch gesunde Teile Neuerkrankungen bedingen. So kann die Otitis media acuta simplex in eine Otitis med. acuta perforativa verwandelt oder von der entzündeten Paukenhöhle aus die Cellulae mastoideae eitrig inficiert werden.

Auch ein gesundes Trommelfell kann durch plötzliche heftige Luftdruckschwankungen auf der Aussen- oder Innenseite der Membran zum Platzen gebracht werden („indirekte Rupturen"). Als eine Wirkung plötzlicher Luftverdichtung im äusseren Gehörgang sieht man bei den verschiedensten Gelegenheiten Ruptur. Schon eine leichte Ohrfeige kann dieselbe bewirken, wenn ein luftdichter Abschluss des Eingangs zustande kommt, während, wenn derselbe unverschlossen bleibt, auch ein starker Schlag ohne diese Folge ist. Dieselbe Wirkung können der

Anprall eines Schneeballs, Fall aufs Ohr, seitliches Aufschlagen auf eine Wasserfläche haben. Ganz besonders aber kommen Trommelfellrupturen bei allen Arten stärkerer Explosionen vor. Trautmann erzählt einen Fall von Fissur des Trommelfells infolge eines blinden dicht hinter dem Ohr abgefeuerten Schusses. Aehnlich wirken in nächster Nähe abgefeuerte Kanonenschüsse, das Platzen einer Granate, Dynamitexplosionen und ähnliches. Speciell diese starken Druckwirkungen sind geeignet, auch ein gesundes Trommelfell zu sprengen — übrigens im Vergleich zur Häufigkeit derartiger Vorkommnisse selten genug. Bei geringerer Intensität solcher Einwirkungen müssen prädisponierende Momente, wie bestehende und abgelaufene Entzündungsprocesse, Atrophie, Narben-Bildungen, Verwachsungen oder Verkalkungen, vorhanden sein, wenn auch dann noch Ruptur möglich sein soll. Ein ferneres begünstigendes Moment soll eine Unwegsamkeit der Tuba sein.

Wird weiterhin durch heftiges Niesen, Schnauben, Husten oder durch eine therapeutische Massnahme wie der schon erwähnte Catheterismus tubae die Luft in der Paukenhöhle plötzlich verdichtet, so kann auch dadurch Ruptur entstehen.

Dieselbe Wirkung kann eine Luftverdünnung an der Aussenfläche haben. Solche Rupturen hat man bei Luftschiffern, bei der therapeutisch angewandten zu starken Aspiration vom Gehörgang aus, und auch bei Kuss aufs Ohr gesehen. Wie bei allen Trommelfellverletzungen können auch hier derartige Zufälle bis zur Meningitis, Hirnabscess und Septicaemie führen. Bei der grössten Zahl dieser Rupturen ist indessen therapeutisch nur ein reiner dauernder Verschluss mit einem Pfropf antiseptischer Watte nötig.

Starke und in gehöriger Nähe sich ereignende Explosionen können auf alle Organe ihren zerstörenden Einfluss ausüben. So erzählt Beck drei Fälle, bei denen in der nächsten Nähe der Betroffenen eine Bombe, eine Granate oder ein Munitionsvorrat explodiert war. Ohne jede äusserlich wahrnehmbare Schädigung trat Blut aus Nase und Ohren, und die Sektion ergab bei der Schädelöffnung Bluterguss und durch Gefässzerreissung bedingte apoplektische Heerde. Bei jeder heftigen Explosion kann man

nach Beck eine starke Folge auf Gehirn und Sinne beobachten mit Symptomen, wie zu Boden fallen, Taubheit, Sprachlosigkeit, Blutaustritte aus Nase, Mund und Ohren, Abgang von Urin und Faeces, und schliesslich einen lethalen Ausgang sehen infolge einer so grossartigen Lufterschütterung. Indessen macht sich doch nur hin und wieder bei Explosion grosser Zündmassen eine so starke Erschütterung des Nervensystems geltend, dass sofort der Tod eintritt, ohne dass man äusserliche Verletzungen sieht; meistens bewirken solche Geschehnisse grobe Verstümmelungen.

Treten aber Zufälle, wie die vorher angeführten dabei auf, so ist die Wirkung dieser gewaltigen Druckschwankung ganz analog derjenigen, wie sie bei den früher erwähnten Druckwechseln bei Taucherarbeiten u. s. w. zu denken ist, im umgekehrten Verhältnis.

Eine weit grössere Bedeutung, als es jetzt möglich ist, schreibt Beck noch der Wirkung der Expansionsgase bei Schussverletzungen zu und begründet seine Ansichten darüber genauer in seinem 85 erschienenen Werke „Ueber die Wirkung moderner Gewehrprojektile.“ Die Wirkung der Pulvergase beginnt nach ihm erst dann, wenn die ungemein labilen Gase, welche das verletzende Objekt darstellen, von dieser ihrer Eigenschaft in der ebenso beschaffenen Luft keinen freien Gebrauch mehr machen können. Dies ist der Fall, wenn sie durch den Körper an dem freien Entweichen aus dem Lauf gehindert werden, also in nächster Nähe, besonders aber, wenn sie aus dem Lauf in eine Höhle gelangen. Dann können ganz gewaltige Verheerungen durch den kolossalen Luftdruck entstehen, und zwar nur durch diesen nach Becks Ansicht; dass das immerhin auch bei Blindschüssen vorhandene Projektil, sei es ein Propfen oder die Holzsplitter der Platzpatrone, eine in Betracht zu ziehende Bedeutung habe, leugnet Beck durchaus. Wie weit ihm die Unrichtigkeit dieser Meinung experimentell später nachgewiesen wurde, wird weiterhin erörtert werden. Zur Stützung seiner Behauptungen führt er über 40 Fälle teils partieller, teils mehr totaler Schädelzerschmetterung an bei Selbstmördern. Dieselben hatten sich mit blindgeladenen Patronen teilweise in den Mund, teilweise unter das Kinn geschossen, und Beck behauptet, sämtliche Verletzungen seien dabei nur auf Rechnung der

Pulvergase, also des starken Luftdruckes, zu setzen; selbst wenn einmal ein Geschoss vorhanden gewesen sei, so hätten die zerstörenden Expansionsgase demselben schon den Weg gebahnt. Bei einem anderen von ihm beobachteten Fall, einem Soldaten, welcher sich ein mit drei Kugeln geladenes Terzerol in den Mund abfeuerte, fand er den Schädel in eine Unzahl Stücke zersprengt. Die Kugeln lagen tot in der Nähe, nachdem sie durch den Schädel gedrungen waren. Sie waren also nach dem genannten Autor viel zu matt, um eine so gewaltige Sprengung zu verursachen, er schreibt dieselbe lediglich der Sprengkraft der starken Gase zu. Die hydraulische Druckwirkung, an welche wir in solchen Fällen augenblicklich zu denken gewohnt sind, leugnet Beck ganz und gar, denn nach ihm hat der liquor cerebri Ausflüsse genug, um in einer Masse, wie sie das Volumen des Geschosses darstellt, augenblicklich leicht ausweichen zu können. Obwohl es mir nicht undenkbar erscheint, dass ein in eine ziemlich geschlossene Höhle abgefeuerter ganz blinder Schuss auch einmal Schädelverletzung machen kann, ist doch sicher nie an Luftdruckwirkung bei einer so komplicierten Schädelsprengung zu denken. Die typische augenblickliche Schädelzertrümmerung, wobei derselbe oft in seinem ganzen Umfange in eine Unzahl Stücke zersprengt wird, wird sicher durch den von Reger experimentell nachgewiesenen von fast allen Kriegschirurgen heute anerkannten intrakraniellen hydraulischen Druck bewirkt. Musterpräparate solcher ausgedehnter Sprengungen, wie sie z. B. die kriegschirurgische Sammlung des Friedrich-Wilhelms-Instituts birgt, hätten vielleicht auch Beck in seiner ablehnenden Haltung schwankend machen können. Es genügt wohl auch der Hinweis auf die Thatsache, dass unser heutiges Gewehr noch auf ein Vielfaches der Entfernung, bei der überhaupt noch die schwächste Wirkung der Pulvergase wahrzunehmen ist, jene Sprengwirkung erzeugen kann. Ganz besonders stützt sich Beck auf einen Fall, in welchem ein Soldat mit einer Platzpatrone sich in den Nacken schoss, dicht unter der Protuberantia occipitalis. Die Haut zeigte sich an 4 Stellen gespalten und lappig zerrissen, die Muskeln waren in dem 12 cm grossen Loch abgefetzt. Das Hinterhauptbein wies eine Fissur auf, das

Kleinhirn war durch Gefässberstungen in seiner Struktur zerstört, und im Wirbelkanal fand sich viel geronnenes Blut. Hier war also der Schädel nicht eröffnet. Die grosse Weichteilswunde schiebt der Autor auf die Kraft der Holzsplitter. Die übrigen Erscheinungen erklärt er aus der Wirkung des Luftdrucks, desgleichen in einem anderen Fall den Bruch des Brustbeins durch eine in dichtester Nähe auf die Brust abgefeuerte Platzpatrone; hier folgte dem Bruch Pleuraempyem und Knochennekrose.

Reger dagegen widerlegte die Annahmen Becks mit verschiedenen Versuchen. Die erste Reihe derselben schien die Theorie von der zerstörenden Wirkung der Gase zu beweisen. Mit gewöhnlichen Platzpatronen schoss er nämlich auf wassergefüllte gut verdichtete Blechbüchsen, welche mit einem Manometer in Verbindung standen; dies zeigte genau jeden erheblicheren Druckzuwachs an, den der inkompressible Inhalt der Büchsen erfuhr. Schon bei einer Annäherung des Laufes auf $^1/_2$ m zeigte das Manometer eine Drucksteigerung von $^1/_4$ Atmosphäre, und die Büchse wies eine mässige Einbeulung auf. Näherte man den Lauf auf $^1/_4$ m, so bewirkte der Schuss mit der Platzpatrone eine bedeutende Anbeulung, während das Manometer 1 Atmosphäre Zunahme zeigte. Reger erprobte weiter die Wirkung solcher Blindschüsse auf den Tierkörper, und zwar unter den oben genannten für Zerstörungen günstigen Bedingungen, in eine Höhle hinein. Das Maul eines Hammelkopfes band er um den Lauf, und die Platzpatrone bewirkte ganz ausgedehnte Zertrümmerungen der Weichteile und der Unterkieferfortsätze. So weit schienen also diese Versuche den Behauptungen Becks völlig zu entsprechen. Reger wandte indess weiterhin sein Augenmerk einem Faktor zu, den Beck der Wirkung der Gase selbst gegenüber als irrelevant bezeichnet hatte, nämlich dem in Gestalt der Holzhülse oder eines Pfropfens doch immer vorhandenen Geschoss. Er verwendete zu weiteren Versuchen also einfache Pulverladung ohne Pfropfen, bezw. mit einem ganz leichten Wachspfropfen, und erzielte bei Schuss aus allernächster Nähe auf die wassergefüllten Büchsen nur eine ganz unmerkliche von Pulverkohle geschwärzte Einbeulung. Der Schuss in das Maul eines Hammelkopfes bewirkte ausser

Verbrennungen im Rachen nur eine ganz leichte Zerstörung des Musc. buccinatorius, während sich noch unverbrannte Pulverkörner daneben vorfanden. Reger sieht diesen Ausfall seiner Experimente für einen unwiderleglichen Beweis dafür an, dass das Pulver allein keine irgendwie erhebliche Zerstörung bedingen könne, sondern dass die bedeutendste Wirkung sogar durch den kleinsten Wachspfropfen erzeugt sei, welcher durch sein Gewicht kaum, nur durch seine Masse als Geschoss zu rechnen sei. So ist also mit der Widerlegung der Beckschen Ansicht auch sein Leugnen der hydraulischen Druckwirkung hinfällig geworden. Und in der That haben in einer Reihe ganz exakter Versuche nach Kochers Vorgang Bruns und Reger die Existenz desselben bei Nahschüssen und seine kolossale Sprengkraft unzweifelhaft dargethan; auf diese Arbeiten näher einzugehen, ginge indess über das eigentliche Thema meiner Erörterung hinaus.

Die Beschaffenheit der Wunden, welche man schon früher bei Nahschüssen, bei den modernen Gewehren aber auch auf grössere Entfernung sah, drängte dazu, irgend eine explosive Einwirkung auf die Gestaltung derselben anzunehmen. Besonders im letzten Feldzuge sah man sehr oft Wunden von erschreckender Beschaffenheit, speciell durch Chassepotgeschosse verursacht, welche Bruns und Reger sehr anschaulich schildern. Charakteristisch ist der kleine Einschuss und die ca. 10 bis 20 fach grössere Ausschussöffnung, welche weit klafft. Der Defekt ist durch Auseinanderreissen der Gewebe von innen nach aussen entstanden und kraterförmig gestaltet. Die Wandungen dieses kegelförmigen Wundraumes, dessen Spitze von dem Einschuss gebildet wird, bestehen aus zertrümmertem Gewebe und sind nach allen Seiten hin mit grösseren Knochensplittern, besonders nach hinten hin auch mit feinstem Knochengrus austapeziert und enthalten mitunter noch feinste Bleifragmente. Der Wundkanal ist in verschiedene Abteilungen durch geschlitzte Fascien getrennt, je nachdem feste fibröse Membranen die Richtung des Schusses kreuzen: dazwischen befinden sich weite Höhlen von zerrissenen Weichteilen und zerstörten Knochen. Beide Schussöffnungen zeigen auffallenderweise nach aussen aufgeworfene Ränder, auch hängen aus ihnen zuweilen Gewebs-

fetzen heraus. Auch in der ganzen Umgebung der Wunde sieht man Fetzen von Weichteilen, Teile von Knochen und Mark herausgespritzt, nach vorn bis auf eine Entfernung von 10 — 15, nach hinten bis 25 oder 30 Fuss weit bei intensivster Geschosswirkung; diese Erscheinungen beobachtet man noch bis etwa 400 m Schussweite. Es machte das alles ganz den Eindruck, als habe innerhalb des Wundkanals noch eine explosive Wirkung stattgehabt und besonders während des Feldzuges 70—71, wie die ersten Jahre nach demselben wurden auf beiden Seiten erst leise, dann laut Vermutungen ausgesprochen, es hätten bei derartigen Verwundungen Sprenggeschosse Verwendung gefunden; bei dem gewöhnlichen Bleiprojektil sei eine derartige doch ganz offenbar explosive Wirkung nicht denkbar. Und nicht nur bei dem Laienpublikum, sondern auch bei den Aerzten fand diese Ansicht Eingang, so dass man nach dem Kriege daran ging, diese Anschuldigungen wegen Völkerrechtsbruches — die Petersburger internationale Konvention von 1868 verbietet Sprenggeschosse für Handfeuerwaffen — zu entkräften, nicht nur durch officielle Erklärungen, sondern auch durch wissenschaftliche Widerlegung. So fand man, dass das solide Bleigeschoss bei genügender Geschwindigkeit ganz regelmässig diese furchtbaren Verheerungen macht, die früher nur ausnahmsweise gesehen wurden, und die neuerdings vom Preuss. Kriegsministerium in einzig dastehend grossartigem Massstabe angestellten Experimente haben die Meinung von der „Humanität“ unseres modernen Gewehrs und Projektils endgültig um ihren Boden gebracht. Es fragte sich nun, wie kann bei dem Eindringen des solid en Geschosses in den Körper überall eine solche explosive Wirkung entstehen?

Man kam auch hier zuerst auf den Gedanken an die Druckwirkung von Gasen oder der Luft. Busch kam 1874 noch einmal vorübergehend dazu, die Pulvergase direkt für die Zerstörungen verantwortlich zu machen. Er selbst kam indess bald davon ab, und Richter wies nach, dass die Hitze der Gase so rasch abnimmt, dass schon auf 20 Schritt jede Wahrnehmung derselben aufhört. Dass die Druckwirkung der Gase bei den vorher geschilderten Wunden nicht in Betracht kommt, zeigte auch Beck 1885, dem Reger irrtümlich diese Theorie zuschrieb. Er verwahrt

sich ausdrücklich dagegen und bewies durch blinde Schüsse auf ein lose aufgehängtes Blatt Papier, dass bei 5 Meter Entfernung dieses auch nicht einmal mehr bewegt wurde und dies erst ein wenig that bei Annäherung auf 4 Meter. Ueber die Wirkung der Gase, die er indessen bei behindertem Austritt derselben annimmt, ist vorher das Nötige gesagt. Kurz erwähnt seien einige andere Theorieen, die Bruns in seinem Werk „Die Geschosswirkung der neuen Kleinkalibergewehre“ 1889 anführt.

Man dachte an die Wirkung der Centrifugalkraft des rotierenden Geschosses und seiner abgeschleuderten Teile; indess auch bei nichtrotierenden Rundkugeln mit genügender Geschwindigkeit beobachtet man dasselbe, auch kommen bei einer Anfangsgeschwindigkeit von 420 Meter auf diese Entfernung nur 800 Umdrehungen, also nur eine, die sicher nichts für die gestreiften Teile bedeutet, auf die Strecke von $^1/_2$ Meter.

Nach anderen wiederum sollte das Geschoss beim Auftreffen bis zum Schmelzpunkt erhitzt werden, zersprühen und in „sich selbst explodieren“. Oder es sollten Gase (Sauerstoff, Kohlensäure) aus den Flüssigkeiten frei, oder Dämpfe durch das erhitzte Geschoss erzeugt werden; Reger bemerkt dagegen, dass die Einwirkung des Geschosses viel zu rasch vorübergehend dazu sei, dass auch das Geschoss noch nicht einmal den Siedepunkt erreiche.

Man fand also keine weitere Möglichkeit, eine explosiv im Schusskanal wirkende Ursache anzunehmen, und verschiedene Forscher beschäftigten sich damit, die in und um die Wunde durch das anstürmende Geschoss in ihrem Zustand veränderte Luft als Veranlassung der auffallenden Zerstörungen nachzuweisen.

Morin und Melsens stellten zuerst eine plausible Theorie über die Wirkung der Luft auf. Sie sagten, dass die von dem Geschoss mit fortgerissene und vor ihm hergetriebene Luft, ein verdichteter Luftcylinder (projectile-air), mit in den Körper einträte, sich dort noch erwärmte und explosionsartig wirkte. Während Magnus 1855 behauptete, nur hinter dem Geschoss dringe Luft mit in Wasser oder einen sonstigen Körper ein, bewiesen die genannten Autoren experimentell, dass auch vor demselben Luft mitgetrieben wird. Schon bei dem Versuch von Larogue in Toulouse

sah man vor einem Hollundermarkcylinder, der vorn mit einer Bleikappe versehen ist, bei jedem Fall ins Wasser Luftblasen aufsteigen, zuweilen sogar vor der Kappe herlaufen, ohne dass über dem sehr leichten Fallkörper ein Wasserabschluss stattfand. Ferner schoss Morin auf Ziegel, welche mit Kreide bestrichen waren, und fand regelmässig, dass das Geschoss nur in der Peripherie Kreide angenommen hatte und das Centrum seiner Spitze frei war. Aehnliche Versuche veröffentlicht Stenzel in seiner Dissertation; er schoss mit Broncekugeln gegen eine Eisenplatte und fand stets die Mitte der Schussspur schwarz, nur die Peripherie bronciert. — Auch Wahl fand bei Schüssen in Wasser stets Luftblasen aufsteigen. Melsens nahm auch bei Schüssen auf Glas an, dass die Zerstörungen dabei, die gerade bei grösster lebendiger Kraft, also raschest vorübergehender Einwirkung am grössten sind, durch die vor dem Geschoss verdichtete Luft bedingt sei.

Seiner Ansicht schlossen sich viele Chirurgen an; Delorme erklärte nach dieser Theorie die Knochenzerschmetterungen bei blinden Schusskanälen; andere versuchten, allerdings mit wenig Ergebnis, die durch das Projektil in der Luft erzeugten Vorgänge photographisch zu fixieren.

Die wesentlichste Stütze erhielt die Theorie von Morin und Melsens aber durch die ganz ausserordentlich praecisen Versuche von Busch.

Zunächst wies Busch gegen Magnus für Melsens noch einmal nach, dass wirklich vor dem Geschoss Luft mitginge. Er nahm als Wasserbehälter ein Cylinderglas, in welches in einiger Entfernung vom Boden eine in der Mitte durchlochte Blechscheibe eingelasssn war. Diese Oeffnung war nicht mehr zu passieren von den benutzten Fallkörpern, die teils Flintenkugeln von 30 g, teils schwere Bleibirnen von 136 g Gewicht waren. Diese Körper liefen an einer Schnur über eine Rolle so, dass sie beim Fall genau das Loch der Blechscheibe trafen. Busch fand, dass eine Flintenkugel bei $^1/_2$ Fuss Fallhöhe, die nur $^3/_4$ Zoll Wassers bis zur Scheibe zu passieren hat, nur hinter sich Luft aufsteigen lässt. Bei einer Fallhöhe von 1 Fuss fand er 2 oder 3 kleine Bläschen vor der Kugel. Das Volumen dieser Luft wuchs mit der Fallhöhe, bei einer Höhe

von 5 Fuss bedeckten eine Menge Blasen die untere Fläche der Scheibe; es wuchs ausserdem auch mit dem Gewicht des Fallkörpers. In ganz geringer Höhe trieb das schwere Blei schon Luft vor sich her und stets sehr viel mehr, als im gleichen Fall die Flintenkugel. Füllte Busch das Gefäss mit einer zäheren Flüssigkeit (Glycerin) und verstärkte so den Widerstand, so erschienen bei allen Fallkörpern erst bei viel grösserer lebendiger Kraft wieder kleine Bläschen. Diese Experimente ergeben, dass die Menge der hinter dem Geschoss eindringenden Luft grösser ist als die der vorangehenden, und dass letztere bei sehr grossem Widerstand sehr gering wird.

Weiterhin liess Busch das Fallobjekt erst einen festen Körper durchschlagen, indem er über die konvexe Fläche von Glycerin, das in cylindrisches Glas übervoll gefüllt war, Seidenpapier zog; zwischen diesem und dem Glycerin befanden sich keine Luftblasen mehr. Darauf liess er aus der Höhe einiger Fuss als Fallobjekte Mastdarmbougies aus Hartgummi, in die etwas Quecksilber gefüllt war, und die länger als das Glasgefäss waren, fallen. Schlug dieser Körper durch die Papierdecke und verdrängte das Glycerin, so konnte, da dies zwischen ihm und dem Lochrand durchfloss, keine Luft seitlich eintreten. Jedesmal sah man aber deutlich grosse Mengen von Luftblasen aufsteigen, die also vor dem Körper durch die Decke mitgeführt waren. Busch verstärkte den zu durchbrechenden Widerstand noch und zog über ein 2 Fuss hohes Glas, das mit vorher erwärmtem, also luftleerer gemachtem Wasser gefüllt war, eine Kautschuckmembran. Der Boden des Gefässes war durch Sandbedeckung vor dem Springen geschützt, und die Geschosse stellten über 2 Fuss lange Holzcylinder dar, an deren Ende ein kugliges Blei von 100 g, an anderen 200 g Gewicht sich befand. Diese Stäbe liefen wieder an einer Schnur über eine Leitrolle, so dass sie genau die Mitte des Ueberzuges trafen. Die Bleikappe musste erst mit einer scharfen Nadel versehen werden, da noch bei 20 Fuss Fallhöhe die Membran sonst nicht durchbohrt wurde. Bei der Durchbrechung derselben sah Busch fast immer Luft aufsteigen aber weit weniger als bei den vorigen Versuchen; das stärkere Hindernis zwang offenbar mehr Luft, seitlich vor dem Projektil auszuweichen.

Schoss der Experimentator endlich auf Fleisch von 5 Zoll Dicke oder ein Brett, die auf Wasser schwammen, so sah er jedesmal unter denselben Luft, wobei nicht zu ermitteln war, ob diese vor oder hinter dem Geschoss mitgerissen war. Jedenfalls wird aber bewiesenermassen auch durch resistente Körper Luft von dem Geschoss mitgeführt.

Nach Ansicht Buschs wirkt dieselbe aber hauptsächlich als fester Körper, weniger explosiv.

Dagegen behauptet nun Reger, das Geschoss führe überhaupt keine Luft mit sich in den Körper, denn es fehle an jeder Imbibition der Gewebe mit Luft. Diese sei ein so labiler Körper, dass sie anstandslos von dem rotierenden Geschoss durchbohrt würde. Eine Welle komprimierter Luft sei überhaupt nur bei einer Geschwindigkeit von über 340 m zu konstatieren, während noch bei einer solchen von 200 m eine explosive Wirkung nachgewiesen sei. Vor dem modernen Geschoss kann nach ihm bei der günstigen cylindroogivalen Gestaltung seiner Spitze keine Luft mitgeführt werden; dieselbe fliesse vielmehr nach allen Seiten auf der schiefen Ebene ab und kein Strahl würde in sich reflektiert. Auch die vorherigen Versuche erkennt er nicht an. Die aus dem Wasser steigenden Blasen könnten Sumpfgas aus dem angebohrten moorigen Grunde sein; bei Morins Versuchen mit dem bekreideten Stein sei entweder durch das Geschoss in dem schwarz erscheinenden Auftreffscentrum Pulverschleim abgelagert worden, oder die beim Stauchen des Bleigeschosses zur Peripherie rückenden Teile der Spitze schabten die Kreide ab, während die neu aufrückenden Schichten nichts mehr davon vorfänden. Bei dem Versuch mit Broncekugeln könnte eine Stauchung des elastischen Geschosses derart eintreten, dass die bei der Verbreiterung des Querdurchmessers zur Seite ausweichenden Bronceteile sich abschabten, das Centrum aber, senkrecht zum Widerstande, stabil bliebe und daher sich nicht abriebe.

Reger sah einen Fall von explosionsartiger Knochenzertrümmerung, in welchem er die sonst vermisste Luftimbibition als traumatisches Emphysem des das Knochenmark stützenden Gewebes ganz exquisit vorfand. Erst schien ihm das eine Bestätigung der Melsensschen Theorie, dass die Luft von dem Geschoss in das Gewebe hinein-

gerissen sei. Seine Ueberlegung führte ihn aber zu der Erklärung, dass die durch den hydraulischen Druck heftig umherspritzenden Gewebsteile in weiterem Umkreis die Luft verdrängt haben, und diese dann mit Gewalt in die vorher von dem Knochen u. s. w. erfüllten Räume hineingestürzt sei — also erst nach der stattgehabten Explosionswirkung.

Auch das Nachdringen von Luft hinter dem Geschoss leugnet er, besonders bei mit Weichteilen bedeckten Teilen, denn die von allen Seiten auf den Defekt stürzende Luft drücke die Weichteile koncentrisch zusammen und schlage sich selbst die Thür zu. —

Die Versuche Buschs sind jedoch ganz unwiderleglich, es kann Luft mit dem Geschoss eindringen, auch vor demselben. Denn trotz der günstig gestalteten Spitze unseres Projektils bleibt immer noch $^1/_4$ des gesamten Luftwiderstandes. Dass diese Luft aber keine grosse Einwirkung auf die Gestalt der Wunde hat, kann wohl mit den meisten Kriegschirurgen, wie Bruns, neuerdings dem Japaner Kikuzi, u. a., zugegeben werden. Die Explosivwirkung ist zumeist die Folge der von Reger bewiesenen hydraulischen Druckwirkung bei der ganz plötzlich eintretenden Pressung des wasserhaltigen Gewebes; dieser Druck stellt eine von allen Seiten radiär ausstrahlende Kraft dar, die im Stande ist, mit grosser Macht die Gewebstrümmer von innen heraus nach allen Seiten zu schleudern.

Zum Schluss dieser Abhandlung sei noch eine Lehre, die immer aufs neue auftauchte, etwas näher in ihrer Entwickelung dargestellt; ich meine die Theorie der bekannten „Luftstreifschüsse." Von den Verletzungen, die zu ihrer Aufstellung Anlass gaben, macht Beck in seinem 1849 verfassten Werk „Die Schusswunden" folgende sehr charakteristische Beschreibung: „Ich habe Ober- und Unterschenkel abgesetzt, welche einem mit Glasscherben gefüllten ledernen Sack glichen, in welchem bei intakter Haut die tiefer gelegenen weichen und harten Gebilde zertrümmert waren. Bei Eröffnung von Leichen solcher angeblich an Luftdruck Verstorbener fand ich im Bereich des Rumpfes dicht unter der Haut stets schon Veränderungen der Gebilde infolge direkter Einwirkung des

Geschosses, wie Zerreissung der Muskulatur, Brüche der Rippen, der Wirbelsäule, ausgebreitete Zusammenhangsstörungen der Eingeweide, der Lunge, des Herzens, der Leber, der grossen Gefässstämme u. s. w. Die heftige Erschütterung der Centralorgane des Nervensystems, die materiellen Läsionen der wichtigsten Gebilde hatten sofort dem Leben ein Ende gemacht." Es handelt sich also um schwere innere Verletzungen ohne äusserlich wahrnehmbare Läsionen.

Schon Anfangs des Jahrhunderts wurde verschiedentlich den z. T. ganz abenteuerlichen Theorieen entgegengetreten, welche sich an diese Fälle knüpften. Man dachte da zuerst an eine starke Druck- oder Stosswirkung der durch die ganz nahe am Körper vorbeifliegende Kugel in heftige Bewegung versetzten Luft; diese sollte dann ohne die elastische Körperdecke zu verletzen durch Kompression oder Kontusion die inneren Schädigungen erzeugen; von dieser bekanntesten Theorie führen die Verletzungen auch ihren Namen.

Eine andere Ansicht ging dahin, dass die Kugel durch Reibung im Lauf elektrisch geworden sei und durch elektrische Schläge wirke!

Wieder nach anderen sollte die hinter der Kugel statthabende Luftverdünnung die schädliche Ursache sein; das könnte aber nur auf tötlich verlaufene Fälle durch Respirationsunterbrechung und Zerreissung grosser Gefässe, der Lunge u. s. w., aber nie auf die bezüglichen Verletzungen an den Extremitäten Anwendung finden. Die letzten Theorieen hielten sich nie, dagegen tauchte aber bis 1866 fortwährend diejenige der „Luftstreifschüsse" auf.

Schon Larrey und Guthrie aber stellten die Behauptung auf, die matte Geschützkugel könne wie ein Rad, ohne äusserlich zu verletzen, über die elastischen Körperteile rollen. Fortdauernd tauchen Berichte über solche Ereignisse auf. Ein Amerikaner erzählt von „Luftstreifschüssen" am Unterleib und erklärt sie durch schwere Funktionsstörungen innerer Teile, die den Tod bedingten vor dem Eintritt der entzündlichen Reaktion. 1836 erstattet Dr. Behr Bericht über einen 1813 in der Schlacht bei Lützen vorgekommenen Fall von Hirnerschütterung mit nachfolgendem Extravasat, der lange schwere cerebrale Erscheinungen zeigte

und durch Luftdruck entstanden sei. Dr. Herker-Freiburg erklärt 1840 die „Luftstreifschüsse“ dahin, dass sie immer durch Auffallen speciell rundlicher Körper entständen, wobei die Haut erschlafft, die darunter liegenden Gebilde der belebten Organe aber in Spannung seien. Aehnlich meint Dupuytren, die Hirnschale sogar sei elastisch genug, dass sie durch Formveränderung, ohne selbst zu brechen, die Hirnsubstanz verletzen könne.

Eine Dissertation von Grossmann widerlegt 1857 die „Luft-Theorie“ gleichfalls auf Grund anschaulicher Versuche. Das Geschoss fliegt bei diesen an einem eisernen Cylinder mit leicht beweglichem Stempel vorbei, welcher vor dem Einfluss der Pulvergase aus dem 40 Pfund-Bombengeschütz durch eine Blende geschützt ist, ausser dieser auch noch durch eine Balkenschutzwehr. Der Stempel rückte nur ganz vereinzelt einmal um 4—8 mm. Ein statt seiner aufgestelltes Pferd, eine freibewegliche Glastafel zeigten nichts. Der Verfasser schliesst daraus, dass die die Kugel umgebende Luft fast garnicht auf die von ihrem Strom getroffenen Körper wirke, und wenn einmal Verwundungen entständen, so würden sie von der Kugel selbst oder einem mit fortgerissenen Körper erzeugt. Ein Mensch könne also ohne jede Gefahr ganz dicht an sich ein Geschoss vorbeigehen lassen.

In seinen Schriften „Zur Kasuistik der Schusskontusionen“ und „Mechanik der Schussverletzungen“ sagt Wahl, die Theorie der Luftstreifschüsse, über die Pirogoff übrigens noch nicht ganz entschieden sei, sei durch Kontusionswirkung erzeugt; sie habe auch durch die Erfahrung der Kriege 66 und 70—71 keinerlei Bestätigung gefunden. Er unterscheidet streng davon die seltenen Explosionswirkungen beim Abfeuern von Geschützen, speciell Schiffskanonen, deren Druck auf 2230 Atmosphären geschätzt wird.

Ergötzlich nimmt sich dagegen der Bericht eines österreichischen Arztes Dr. Matejovsky aus dem Kriege 66 aus. Auf Grund folgender Beobachtungen glaubt er an den „Luftstreifschüssen“ festhalten zu müssen: Ein Infanterist, der eine stark blaurote Sugillation über der Schulter, dem Oberarm und der vorderen oberen Brust aufwies, wollte nur durch Vorbeifliegen einer Geschützkugel, ohne

von ihr berührt zu werden, dazu gekommen sein. Aus „glaubwürdigen Erzählungen“ weiss Herr M. auch noch, dass der von einer Kanonenkugel erzeugte Luftdruck imstande sei, ein Pferd zu werfen, und dass ebenso ohne jede Berührung Zerreissung innerer Organe, selbst Knochenbrüche vorkämen. Wenn eine Sandwolke von bedeutender Höhe stürzt, soll durch den Luftdruck dabei allein, nicht durch den Sand, Gehirnerschütterung, auch Apoplexie entstehen können. — Die Wissenschaft hatte indes lange die „Luftstreifschüsse“ zu den Legenden gethan, und Herr Dr. M. wird schwerlich wieder viele Anhänger gefunden haben.

Ueber die bei solchen Vorkommnissen gegebenen Bedingungen hat sich am ausführlichsten v. Beck geäussert, welcher sie durch Obduktionen auf dem Verbandplatz und andere Beobachtungen im italienischen Feldzug 48 und 49 besonders bei der Belagerung von Malghera und Venedig studierte. Der von ihm dabei zerstörte Glaube war besonders damals ganz allgemein verbreitet.

Die Gestaltung einer Verletzung hängt, wie er ausführt, einmal ab von der lebendigen Kraft der Kugel und der Elasticität der getroffenen Teile. Sind die äusseren Gebilde sehr elastisch, so entstehen oft tiefe Zerstörungen ohne Läsionen derselben; Teile der Kleidung, Wolle, Filz, Leinwand, elastische Hosenträger sind, wie schon Paré, Bordenave u. a. sahen, oft unversehrt bei darunterliegenden grossen Wunden. Beck beobachtete eine tiefe Oberarmwunde mit Fraktur ohne Beschädigung des Mantels und der Uniform; einem Unteroffizier war bei unverletzten Beinkleidern das Oberschenkelbein über dem Gelenk durchschlagen, einem Offizier zog er mit dem Hemd eine Kugel aus einer Vorderarmwunde hervor, einem andern mit der Unterhose das Geschoss aus einer Schenkelwunde.

Es liegt auf der Hand, dass bei noch geringerer lebendiger Kraft auch die ebenfalls noch sehr elastische Haut unverletzt bleiben kann, während unter ihr sich allerhand Zerstörungen finden.

Auf die Wirkung des aufschlagenden Geschosses hat endlich auch der Einschlagswinkel grossen Einfluss. Unter rechtem Winkel sieht man immer energischere Durchtrennungen als bei stumpfem, wo das Projektil leichter abgelenkt werden kann. Eine sehr schief auf-

fallende Kugel kann also nur die oberste Fläche des getroffenen Körpers berühren und unter gleichem Ausfallswinkel abgleitend in tieferen Schichten durch Kontusion grössere Zertrümmerungen bewirken. Man sieht Kugeln unter solchen Umständen am Schädel z. B. ricochettieren, und ein Präparat von Beck zeigt nur eine leichte Berührungsstelle an der Corticalis des rechten Os parietale, während die Tabula vitrea kreuzweis gesprungen war.

Dass nicht etwa jemals durch Druck und Stoss der Luft, als einer „elastischen Flüssigkeit", sondern direkt durch das Geschoss diese Kontusionen bewirkt werden, konnte Beck auch meist an der Beschaffenheit der getroffenen aber nicht durchtrennten Hautstelle nachweisen. Im weiteren Verlauf bildete sich immer über den tiefen Verletzungen eine durch Verfärbung und Knistern veränderte umschriebene Hautpartie. Bei sehr starken Kontusionen mit augenblicklichem Exitus infolge Zerreissung des Herzens, der Lunge, grösserer Gefässe, Zerschmetterung von Wirbeln mit Markverletzung u. a. wies auch die nicht durchtrennte äussere Bedeckung stets Sugillationen und Extravasate der tieferen Schichten auf.

Alle diese Verletzungen werden nur durch feste Geschosse erzeugt, welche entweder sehr matt auffallend hauptsächlich durch ihre Schwere (Geschützkugeln) wirken, wenn sie über den Körper wegrollen („Décollement traumatique"), oder infolge ihres schrägen Auftreffens ohne einzudringen abgelenkt werden und dabei tiefere weniger elastische Gebilde abreissen und quetschen.

Wie oft wurden durch vorbeisausende Geschützkugeln die Nasenspitze, Haare, Armaturstücke etc. weggerissen, ohne dass der Betreffende das geringste von Luftdruck spürte; gäbe es überhaupt solche Verletzungen durch Luftdruck, so müssten sie viel öfter beobachtet worden sein. Diese Theorie, der unsere Chirurgen zu keiner Zeit gläubig gegenüber gestanden haben, und die in den neueren kriegschirurgischen Werken wohl nur der Vollständigkeit und des historischen Interesses halber immer

wieder angeführt und widerlegt wird, findet schwerlich noch irgendwo Anhänger.

Herrn Oberstabsarzt I. K. Professor Dr. Köhler für die Anregung und Anleitung zu dieser Arbeit meinen gehorsamsten Dank auszusprechen, ist mir eine ehrenvolle Pflicht.

Litteratur.

Beck, „Die Schusswunden“ 1849.

v. Beck, „Ueber die Wirkung moderner Gewehrprojektile, insbes. der Lorenzschen verschmolzenen Panzergeschosse“. 1885.

Habart, „Die Geschossfrage der Gegenwart und ihre Wechselbeziehungen zur Kriegschirurgie“ 1890.

Bruns, „Die Geschosswirkung der neuen Kleinkalibergewehre“ 1889.

Reger, „Die Gewehrschusswunden der Neuzeit“ I884.

Kikuzi, „Untersuchungen über die physikalische Wirkung der Kleinkalibergewehrprojektile“.

Leyden, „Klinik der Rückenmarkskrankheiten“ 1875.

Schmidts Jahrbücher.

Langenbecks Archiv.

Virchow-Hirsch, Jahresberichte.

Thesen.

I.

Die Wirkung auch sehr heftiger Luftdruckschwankungen ist nicht zu überschätzen; die Luft vermag am häufigsten erst dann traumatisch zu wirken, wenn sie fest eingeschlossen sich wie ein fester elastischer Körper verhält.

II.

Die fortgesetzte Behandlung chronischer Ekzeme mit heissen lokalen Bädern ist der Salbenbehandlung vorzuziehen.

III.

Vor anderen Methoden ist bei Unterschenkelgeschwür, bes. bei beginnendem, die Cirkumcision zu versuchen.

Lebenslauf.

Verfasser dieser Arbeit, Wilhelm von Drygalski, evangelisch, wurde am 21. Juni 1871 in Dresden als Sohn des Kgl. Preuss. Hauptmanns a. D. Arthur von Drygalski geboren. Er besuchte die Gymnasien zu Hirschberg, Stargard i. P., Ratibor und Detmold und verliess dieses Ostern 1890 mit dem Zeugnis der Reife. Am 22. Oktober d. J. in das Kgl. med. chir. Friedrich-Wilhelms-Institut aufgenommen und bei der Kgl. med.-chir. Militär-Akademie immatrikuliert, genügte er im Sommer 91 seiner Dienstpflicht mit der Waffe bei der 8. Kompagnie des 2. Garde-Rgts. z. F. Am 9. Juli 1892 bestand er die ärztliche Vorprüfung, am 3. Juli 1894 das Tentamen medicum und am 10. Juli d. J. das Examen rigorosum.

Während seiner Studienzeit besuchte er die Vorlesungen, Kliniken und Kurse folgender Herren: v. Bardeleben, v. Bergmann, du Bois-Reymond, Dilthey, Engler, Ewald, Fräntzel (†), Gerhardt, Goldscheider, Gurlt, Gusserow, Hartmann (†), Hertwig, Heubner, Hirsch (†), v. Hofmann (†), Ilberg, Israel, Jolly, Jürgens, A. Köhler, R. Köhler, Kossel, Kundt (†), G. Lewin, Leyden, Liebreich, Olshausen, Oppenheim, Rubener, Salkowski, F. E. Schulze, Schweigger, Schwendener, Schweninger, Siemerling (Tübingen), Sonnenburg, Strassmann, Tiemann, Trautmann, Virchow, Waldeyer, Walther.

Allen diesen seinen hochverehrten Lehrern spricht Verfasser seinen ehrerbietigsten Dank aus.